

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-008487

(43)Date of publication of application : 10.01.2003

(51)Int.Cl.

H04B 7/15

H04J 3/16

H04L 12/28

H04L 12/56

(21)Application number : 2002-076040

(71)Applicant : TRW INC

(22)Date of filing : 19.03.2002

(72)Inventor : VOGEL RICHARD L
COURTNEY WILLIAM F

(30)Priority

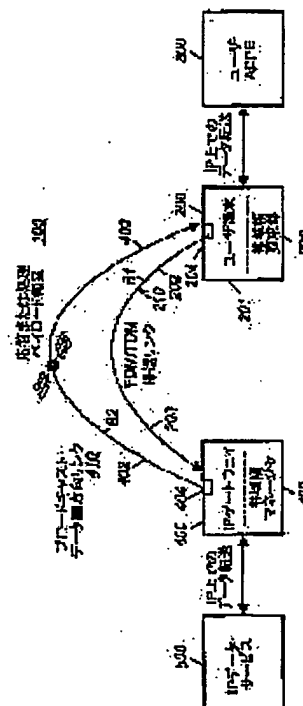
Priority number : 2001 812022 Priority date : 19.03.2001 Priority country : US

(54) VARIABLE BANDWIDTH SATELLITE COMMUNICATION TECHNIQUE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide variable bandwidth satellite communication techniques that maintain a high bandwidth efficiency and high service quality.

SOLUTION: Multiple bandwidth requestors 201, a bandwidth manager 401 and a forward link from the bandwidth manager to the bandwidth requestor 410 are used to allocate bandwidth in a return link beam 210. The uplink bandwidth allocation is preferably decided based on the information to be transmitted provided by the user ADPE(automatic data processing equipment) 300 and overall system data loading. The preferred method exercised by the bandwidth manager 401 allocates bandwidth on the return link 210 to individual user terminals 200 in either a minimal rate required for the protocol being exercised 213, a committed information rate 214 required for the services being requested, or a constitutional share rate 214 that allows maximum transfer of data from the user terminal 200 to the gateway 400.



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2003-8487

(P2003-8487A)

(43) 公開日 平成15年1月10日 (2003.1.10)

(51) IntCl ⁷	識別記号	F I	テラトド [*] (参考)
H 0 4 B 7/15		H 0 4 J 3/16	Z 5 K 0 2 8
H 0 4 J 3/16		H 0 4 L 12/28	3 0 0 B 5 K 0 3 0
H 0 4 L 12/28	3 0 0	12/56	2 0 0 Z 5 K 0 3 3
12/56	2 0 0	H 0 4 B 7/15	Z 5 K 0 7 2

審査請求 未請求 請求項の数12 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願2002-76040(P2002-76040)

(22) 出願日 平成14年3月19日 (2002.3.19)

(31) 優先権主張番号 0 9 / 8 1 2 0 2 2

(32) 優先日 平成13年3月19日 (2001.3.19)

(33) 優先権主張国 米国 (US)

(71) 出願人 591169755

ティーアールダブリュー・インコーポレー
テッド

TRW INCORPORATED

アメリカ合衆国オハイオ州44124, リンド
ハースト, リッチモンド・ロード 1900

(72) 発明者 リチャード・エル・ヴォーゲル

アメリカ合衆国カリフォルニア州90274,
パロス・ヴァーデス・エステイツ, ヴィ
ア・アニタ 2553

(74) 代理人 100089705

弁理士 社本 一夫 (外5名)

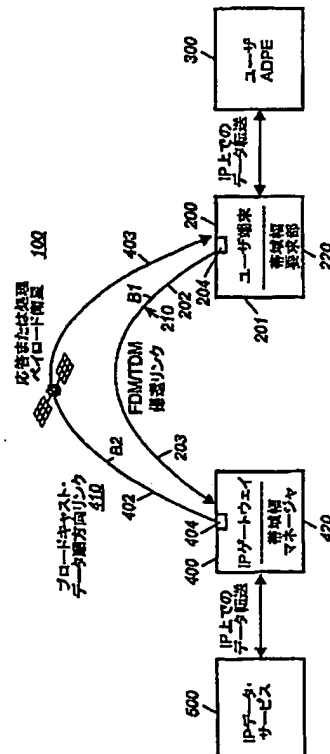
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 可変帯域幅衛星通信技法

(57) 【要約】

【課題】 高い帯域幅の効率およびサービス品質を維持する可変帯域幅衛星通信技法を提供する。

【解決手段】 多数の帯域幅要求元201、帯域幅管理部401、および帯域幅管理部から帯域幅要求元への順方向リンク410を用いて、帰還リンク・ビーム210における帯域幅を割り当てる。アップリンク帯域幅割り当ては、好ましくは、ユーザADPE300が送信する情報およびシステム全体のデータ・ローディングに基づいて決める。帯域幅管理部401が実行する好適な方法は、実行中のプロトコルに必要な最低レート213、要求されたサービスに必要な約定情報レート214、またはユーザ端末200からゲートウェイ400に最大のデータ転送を可能にする構成シェア・レート214のいずれかにしたがって、帰還リンク210上の帯域幅を個々のユーザ端末200に割り当てる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 アップリンクと、帯域幅解放パラメータを格納した帯域幅管理部とを含む衛星通信システムにおいて、前記システムが、ユーザ契約条件およびシステム・データ・ローディングに従い、端末データ・ローディングに従う前記システムのユーザ端末間でアップリンク帯域幅を割り当てる方法であって、

前記ユーザ端末の1つ以上に対して、前記アップリンク帯域幅の初期帯域幅割り当てを指定するステップと、前記システム・データ・ローディング、前記端末データ・ローディングおよび前記ユーザ契約条件の内1つ以上に基づいて、前記ユーザ端末の1つ以上に割り当てられるアップリンク帯域幅の公正シェアを指定するステップと、前記端末データ・ローディングおよび前記帯域幅解放パラメータの内1つ以上に基づいて、前記ユーザ端末の1つ以上に以前に割り当てたアップリンク帯域幅を解放するステップと、を含む方法。

【請求項2】 請求項1記載の方法において、前記初期帯域幅割り当てを指定するステップは、前記1つ以上のユーザ端末におけるデータ・アクティビティにตอบสนองして、前記ユーザ端末の1つ以上における初期帯域幅必要量を判定するステップと、前記ユーザ端末の1つ以上から前記帯域幅管理部に、初期帯域幅要求を送信するステップと、前記ユーザ端末の1つ以上に前記帯域幅割り当てを送信するステップと、を含む方法。

【請求項3】 請求項2記載の方法において、前記アップリンクは、少なくとも1つの割り当てられたシグナリング・チャネルを備え、初期帯域幅要求を送信する前記ステップは、前記割り当てられたシグナリング・チャネルを通じて通信するステップを含む方法。

【請求項4】 請求項2記載の方法において、初期帯域幅要求を送信する前記ステップは、アップリンクにおいて前記初期帯域幅割り当てによって通信するステップを含む方法。

【請求項5】 請求項1記載の方法において、前記衛星通信システムは、固定帯域幅でデータを送信するように構成されており、前記方法は、更に、前記衛星通信システムを通じて送信されるデータに基づいて、固定帯域幅の必要性を識別するステップを含む方法。

【請求項6】 請求項2記載の方法において、初期帯域幅要求を送信する前記ステップは、前記衛星通信システムを通じて送信される前記データに基づいて、初期最小帯域幅割り当て要求を送信するステップを含む方法。

【請求項7】 アップリンクを含み、ユーザ契約条件およびシステム・データ・ローディングに従う衛星通信システムにおいて、アップリンク帯域幅を割り当てる装置であって、端末データ・ローディングに従うユーザ端末と、

帯域幅解放パラメータを格納する帯域幅管理部であって、

前記ユーザ端末の1つ以上に対して、前記アップリンク帯域幅の初期帯域幅割り当てを指定し、前記システム・データ・ローディング、前記端末データ・ローディングおよび前記ユーザ契約条件の内1つ以上に基づいて、前記ユーザ端末の1つ以上に割り当てられるアップリンク帯域幅の公正シェアを指定し、前記端末データ・ローディングおよび前記帯域幅解放パラメータの内1つ以上に基づいて、前記ユーザ端末の1つ以上に以前に割り当てたアップリンク帯域幅を解放するように構成されている帯域幅管理部と、を備える装置。

【請求項8】 請求項7記載の装置において、前記管理部は、前記1つ以上のユーザ端末におけるデータ・アクティビティにตอบสนองして、前記ユーザ端末の1つ以上における初期帯域幅必要量を判定し、前記ユーザ端末の1つ以上から前記帯域幅管理部に、初期帯域幅要求を送信し、前記ユーザ端末の1つ以上に初期帯域幅割り当てを送信する、ように構成されている装置。

【請求項9】 請求項8記載の装置において、前記アップリンクは、少なくとも1つの割り当てられたシグナリング・チャネルを備え、前記管理部は、前記割り当てられたシグナリング・チャネルを通じて通信するように構成されている装置。

【請求項10】 請求項8記載の装置において、前記管理部は、アップリンクにおいて前記初期帯域幅割り当てによって通信するように構成されている装置。

【請求項11】 請求項7記載の装置において、前記衛星通信システムは、固定帯域幅でデータを送信するように構成されており、前記端末は、前記衛星通信システムを通じて送信されるデータに基づいて、固定帯域幅の必要性を識別するように構成されている装置。

【請求項12】 請求項8記載の装置において、前記端末は、前記衛星通信システムを通じて送信される前記データに基づいて、初期最小帯域幅割り当て要求を送信するように構成されている装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、通信衛星システムに関し、更に特定すれば、かかるシステムの帯域幅割り当て技法に関する。

【0002】

【従来の技術】現在の衛星通信システムは、帯域幅全体の割り当てを基本としている。現行の単一キャリア/チャネル(SCPC: Single Carrier per Channel)および時分割多重化(TDM: Time Division Multiplexing)システムは、ユーザ・セッションの持続時間に対し

て固定の帯域幅を割り当てる。このためには、ユーザが能動的にデータ転送セッションを開始し終了しなければならない。この理由のために、帯域幅の利用は、実行するアクティビティの種類に基づいて激しく変動する可能性がある。迅速なデータ転送のためには、割り当てる帯域幅を多めにし、利用する帯域幅を少な目にしなければならない。

【0003】衛星を通じた通信は、伝搬遅延が大きいという特性がある。(静止衛星では、2人のユーザ間の一方方向遅延、またはユーザと衛星との間の往復遅延は、最小でも250ミリ秒である。)しかも、ユーザは共通のリソース、即ち、アップリンク帯域幅を共有しなければならない。ユーザ間の通信に大きな遅延が生ずると丁度同じように、ユーザと、ユーザ間におけるアップリンク帯域幅を割り当てる役割を担う帯域幅マネージャ(BWM: bandwidth manager) との間の通信でも大きな遅延が生ずる。

【0004】伝搬遅延のために、BWMはシステムのユーザの帯域幅要望に答えるのが著しく困難となる。従来から、設計者は、比較的長い期間各ユーザに固定量の帯域幅を割り当て(実際には、各ユーザに1回線を割り当てる)、各ユーザがあらゆる状況の下でも適当な帯域幅を有するようにするか(約定情報レート(CIR: committed information rate)手法)、または各ユーザ毎に必要な帯域幅を少量ずつ要求し、ユーザが実際に使用する可能性がある帯域幅のみを取得する(要求帯域幅手法)ようにしていた。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】CIR手法は、いくつかの面で帯域幅の無駄となる。これは、ユーザがダウンロードまたはアップロードし、次いで動作の間に休止することによって生ずる帯域幅使用の変動を無視している。また、ダウンロードおよびアップロード間のユーザのアップリンク帯域幅の消費における非対称性も無視している。(ユーザがあるファイルをダウンロードしている場合、ときどき肯定応答(アクノリッジ)を発信元にアップリンクするだけでよいが、あるファイルをアップロードしている場合、大量のデータをアップリンクすることになる。)更に、単一のアップロードまたはダウンロードの最中に生ずる帯域幅利用の変動も無視している。(ファイル転送の確立および終了に用いる帯域幅は、当該ファイルを転送するために用いる帯域幅と比較して、非常に少量に過ぎない。)しかしながら、CIR手法は、非常に高いサービス品質(QoS)を提供する。何故なら、ユーザは常に期待し得るだけの帯域幅を有することができるからである。

【0006】一方、帯域幅オン・デマンド手法は、その帯域幅割り当てが非常に効率的である。この手法では、ユーザは、送るデータを有するときのみ、帯域幅を要求し、彼らのバックログ・データ(backlogged data)を

送るのに必要な帯域幅のみを要求する。したがって、ほぼ全ての割り当てられた帯域幅が実際に使われる。しかしながら、帯域幅オン・デマンド手法は、著しいスループットの低下を招く恐れがあり、ユーザによって認識されるQoSが劣悪になる可能性がある。ユーザがバックログ・データを有し、短期の帯域幅を制限された量だけを要求し、帯域幅を取得する際の遅延を待ち、データを送り、次いでこのプロセスを繰り返すとき、システムは突発的に(fits and starts)動作する。帯域幅オン・デマンド手法に伴う問題を部分的に改善した方法もあるが、そのサービス品質はなおも低いままである。

【0007】本発明は、これらの問題に取り組み、解決策を提供するものである。

【0008】

【課題を解決するための手段】好適な実施形態は、帯域幅解放パラメータを格納するアップリンク・マネージャ(管理部)および帯域幅マネージャ(管理部)を含む衛星通信システムにおいて用いられる。このシステムは、ユーザの契約条件(user agreement terms)およびシステムのデータ・ローディングに従う。かかる環境では、端末データ・ローディングを行うシステムのユーザ端末間でアップリンク帯域幅が割り当てられる。好ましくは、アップリンク帯域幅の初期帯域幅割り当て(配分)は、1つ以上のユーザ端末に対して指定する。1つ以上のユーザ端末に割り当てられるアップリンク帯域幅の公正な分配(シェア: share)を指定する際、システム・データ・ローディング、端末データ・ローディングおよびユーザの契約条件の内1つ以上を基準とする。以前に1つ以上のユーザ端末に割り当てられたアップリンク帯域幅は、端末データ・ローディングおよび帯域幅解放パラメータの内1つ以上に基づいて解放される。

【0009】前述の技法を用いることによって、ユーザ端末から衛星を介してデータを送信する際、効率の改善を図ることができる。例えば、必要に応じて帯域幅を割り当てることによって、利用可能な帯域幅を拡大することなく、対応可能なユーザを大幅に増大することができる。このようにしても、ユーザはなおもファイルを迅速にアップロードおよびダウンロードすることができる。このように、好適な技法は、帯域幅の効率が高いだけでなく、高いサービス品質を維持することも可能である。

【0010】

【発明の実施の形態】好適な実施形態は、以下の7つの特徴を組み合わせて、可変帯域幅割り当て(VBA: Variable Bandwidth Allocation)方式を作り上げ、中央帯域幅割り当てマネージャ(管理部)が、不当な影響を個々のユーザの処理に与えることなく、共有帯域幅リソースの利用度を最大限高めることを可能にする。VBA方式は、衛星ネットワークに対応するプロトコルやアクティビティに合わせて変更することができ、含まれる特徴が以下の特徴全てではなくとも、現在利用可能な割り

当てプロトコルよりも高いリンク効率を得ることも可能である。

【0011】1) 専用サービスに対する専用配分
専用割り当てを行わずに、VoIPまたはIPテレビ会議の要求QoSを提供することができる遠隔割り当て手法はない。VBAは、これらの用途に、優先順サービスを与える。VBAは、この割り当てを、この種のサービスに対するRSVP要求に基づいて行う。

【0012】2) 低レート起動
双方向処理パケットを用いた通信に対する初期ユーザ・トラフィックのほとんどは非常に低いレートであり、衛星インターフェースによる遅延のため本質的に低速であるので、VBAはユーザ端末に初期帯域幅シェア(分配)を割り当てる。これは、最大シェアの1/8未満のレートである。

【0013】3) ロード時における完全割り当て
ユーザ端末は、その入力バッファにおけるデータ量によって、その最大割り当てに達する必要性を判定することができる。ユーザ端末がTCPブースティング・アプリケーション(boosting application)またはIPスタックをユーザ端末上に有し、衛星通信に対して最適化されている場合(非低速起動、長いウィンドウ)、データ転送全体の方向は、容易に識別することができる。VBAは、ユーザ端末がこの条件を認識し最大シェア帯域幅を要求したときに、最大シェア帯域幅を割り当てる。

【0014】4) 公正なシェア割り当て
VBAが帯域幅をアクティブなユーザに割り当てるとき、ユーザの要望および利用可能な帯域幅の公正なシェアに基づいて、利用可能な帯域幅全てを割り当てる。これによって、ユーザ・セッションは、低アクティビティの期間では早めに完了することができ、システムは高ユーザ・アクティビティの期間中、短いバーストに対して、通常のユーザ最大値の超過にも対応することができる。

【0015】5) 初期バースト割り当て
ユーザ端末が帯域幅要求を発するとき、その入力バッファ内にあるIPパケットのサイズはわかっている。下位のサービスでは、ユーザの最小帯域幅レートは非常に低く、初期の大きなパケットを送る際に、1秒の大部分を要する可能性がある。VBAは、ユーザ端末がこの情報を元の帯域幅アクセス要求内に含む場合、公正なシェア・レートで初期バースト帯域幅を割り当てることができる。

【0016】6) 結合帯域幅要求/初期パケット
TCP接続開放(オープン)のために、帯域幅要求スロット内には、帯域幅要求および初期TCP/IP SYNパケット双方を保持するのに十分なスペースがある場合がある。この場合、VBAはユーザ端末にこの双方を帯域幅要求スロット内に含ませる。このメッセージ結合によって、ユーザのセッションを1往復分短縮する。

【0017】7) 負荷に基づく割り当て解除

VBAは、ユーザを最大割り当て帯域幅から最小割り当て帯域幅へ、そして無帯域幅割り当てまで、システム・ローディング(負荷)に基づいて変化させる条件を変更することによって、システム性能に影響を与えることなく、単一のユーザの処理能力を高めることができる。低システム・ローディングの期間中ユーザの帯域幅割り当て期間を延長し、高利用度の期間に割り当て解除遅れ(de-allocation lag)を減少させることによって、VBAはデータ転送効率の改善を提供することができる。

【0018】本発明の好適な実施形態を説明するために用いる例は、典型的なTCP/IPに基づくデータ転送にいかんして対応(サポート)できるかについて示す。以下に示す方式は、他のプロトコル集合に合わせて変更することができる。

【0019】好適な実施形態は、衛星を用いた通信アーキテクチャにおいて帰還(リターン)帯域幅の効率的な割り当てという問題に取り組む。また、ユーザに全ての転送をダイアル・アップに類似のアクティビティで開始させるのではなく、ユーザに「常時接続」パラダイムを提供するという問題にも取り組む。DOCSISに基づくケーブル・ネットワークのようなローカル・システムに見られる、通常の常時接続帯域幅オン・デマンド技法は、衛星通信によって生ずる遅延のために不可能となる。衛星通信システムの現行技術では、ユーザが開始する、接続型(指向)の帯域幅全体割り当てとなっている。

【0020】総じて、好適な実施形態は可変帯域幅プロトコル(VBP)を用いる。VBPは、約定情報レート(CIR)プロトコルによって対応可能なユーザ母集団よりも大きなユーザ母集団に対応しつつ、同時に厳格な帯域幅オン・デマンド・プロトコルで対応可能なスループットやサービス品質(QoS)を更に高めるように設計されている。

【0021】VBP手法は、CIRおよび帯域幅オン・デマンド手法の負の行き過ぎ(negative excesses)を回避する。VBPの使用によって、CIRを用いる同じシステムの容量と比較して、システムの容量(対応するユーザ数)が大量に増加する。同時に、VBPは、CIRに相当するQoSを与える。

【0022】VBPは、ユーザの契約によって要求される可能性がある、RSVPサービスに対するコミットメント(commitment)に対応することができる。(RSVPは、固定帯域幅に対する非常に厳格な要求である。ボイス・オーバーIP(VoIP: Voice over IP)は、RSVPを用いて、インターネット電話コール(呼)に容認できない程の遅延やパケット欠落が絶対に生じないと考えられている。)システムが単一の「ベスト・エフォート」プロバイダとして動作している場合、特定の接続の処理能力低下を招く、短い間隔の過剰負荷を容認するこ

とができる。RSVPは、かかる低下を容認することができない。VBPは、RSVPによって約束された帯域幅を「囲い込み(fence off)」、これらのセッションに対する全ての保証を確実に満たす。これら高QoSセッションを、CIRがそれらを扱うのと同じように扱う。残りのセッションに対して、VBPは、以下で述べる帯域幅効率的な高QoS手法を適用する。

【0023】即ち、VBPは、ドメイン・ネーム・サーバ(DNS)検索およびTCP/IPセッションの潜在的なデータ要求プロファイルを、当該セッションにおける下位アクティビティに基づいて照合する。この手法は、開始するとまず、初期アクションに合わせて変更した割り当てを指定する。これは、TCP/IPに衛星リンク上で対応する最小帯域幅割り当てに落とされており、次いで、TCP接続が確立した後に、データ転送の方向に適した帯域幅に広げられる。これは、IPパケット・ローディングによって得られる限られた情報のみに基づいて動作し、適正な割り当てを選択する。好適な実施形態は、ユーザ端末にその帯域幅状態を帯域幅管理部(BWM)に報告させることによって動作する。帯域幅管理部は、エンドポイント(終点)要件、システムのデータ・ローディング、ユーザ端末のデータ・ローディング、およびユーザの契約条件に基づいて帯域幅の割り当てを指定し、容認可能なサービスをユーザに提供しつつも、共有リソースの高い利用度を達成することができる。

【0024】VBPは、帰還(即ち、アップリンク)帯域幅を効率的に割り当てる。帰還リンクの割り当てには、効率対遅延という旧来からの矛盾(trades)が伴う。要求および割り当て間の遅れは、少なくとも、エア・インターフェースを介した往復時間である。ユーザ端末がデータを有するときのみ、ユーザ端末に帯域幅を要求させ、彼らの要求に応ずるのに十分なだけの帯域幅を付与するようにすると、帰還リンクは効率的に用いられるが、個々の処理能力は著しく低下することになるであろう。一方、前述のように、帰還リンクにおける真のCIR割り当ては、遅延を最小に抑えるものの、利用度の低下を招く。帰還方向では、VBPは、ユーザの要望に応じてユーザ端末への帯域幅割り当てを個々に変更することによって、一層効果的な処理能力をもたらすことができる。いずれにしても、省力化を得るために、セッションの特性を確認する。

【0025】ユーザが接続されている時間は、アクティブである時間よりもはるかに長いので、ユーザがある期間非アクティブであった後に、彼の帯域幅を0に削減してもよい場合もある。

【0026】ユーザが可変帯域幅を必要なのは、TCP/IPセッションに入っており、用途には無関係に、アクティビティのパターンが同一となっている場合である。TCP/IP接続は、次のパターンに従う。

【0027】(1) エンド・サービスのIPアドレスを解決するためのDNS要求、(2) TCP接続を確立するための三方向ハンドシェイク、(3) TCPを用いた、ファイル・データの送信、および(4) TCP接続を閉鎖するためのハンドシェイク変更。

【0028】これらのアクティビティの内最初の2つおよび最後の1つ(即ち、(1)、(2)および(4))は、帰還帯域幅を殆ど必要としない。何故なら、これらはデータ配信情報を送信するのであって、ファイル情報のような、転送対象の情報を送信する訳ではないからである。ファイル転送がユーザ端末に向けて行われる場合も、このアクティビティは帰還帯域幅を殆ど必要としない。

【0029】ユーザは、前述の4つのステップのいずれからでも、データ転送セッションを開始することができる。例えば、直前のセッションにおいて、メール・サーバまたはハイパー・テキスト・トランスファ・プロトコル(HTTP)プロキシに対するDNSを解決することもでき、あるいはTCP接続がユーザおよびサーバ間に既に存在することも可能である。

【0030】TCP/IP接続では、実際の帯域幅要求量(demand)は、ファイル転送フェーズまでわからない。そして、これはサーバからユーザへの一方向データ・ラッシュとなり、帰還方向では承認のみとなる可能性があり(サーバ・ファイルの転送、ハイパー・テキスト・トランスファ・プロトコル(HTTP)プロキシ・サービス、ファイル転送プロトコル(FTP)サービス)、あるいは、非常にバースト的なやりとりとなる可能性もある(通常のhttp、クライアント/サーバ・アプリケーション)。

【0031】専用帯域幅(VoIP、テレビ会議等)を必要とするユーザは、大抵の場合、ユーザ・データグラム・プロトコル(UDP: User Datagram Protocol)に基づくプロトコルに参与している。これらのセッションでは、システムは、RSVPを通じてレートを約束しており、彼らの帰還帯域幅の使用を最適化しようとすることはできない。

【0032】VBPは、これらの問題に取り組み、不当にユーザの処理能力に影響を及ぼさずに、無駄な帰還帯域幅の量を制限する手法を用いる。VBP割り当て手法は、以下の技法を用いて、帰還リンクの使用を最適化する。

専用サービスのための専用配分

専用の割り当てなくして、VoIPやEPTテレビ会議に対する要求QoSが得られる遠隔割り当て手法はない。これらの用途には、優先順サービスが与えられる。この割り当ては、この種のサービスではRSVP要求に基づいて行われる。

低レート起動

初期トラフィックの殆どは非常に低いレートであり、エ

アー・インターフェースによって本来低速化されるので、ユーザ端末の初期帯域幅シェアは、最大シェアの1/8未満のレートとなる。起動期間中のトラフィックが疎であるため（特に、それがTCP接続に続くDNSである場合は）、最大レートで開始すると、いずれの手法も（後に割り当てられたレートを低減しても）、帯域幅のかかりの割合を浪費することが多くなる。

ロード時の完全割り当て

ユーザ端末は、その入力バッファにおけるデータ量によって、その最大帯域幅割り当てまでに上げる必要性を判定することができる。ユーザ端末がTCPブースティング・アプリケーションを含む場合、またはユーザ端末上のIPスタックが衛星通信に最適化されている場合（非低速起動、長いウィンドウ）、ユーザ端末は、それがアップロードを行っているか否か直ちにわかり、適度な時間でバッファをクリアするために最大レートが必要であるか否かがわかる。アップロードしている場合、その現在の割り当てからの帯域幅を用いて、「最大帯域幅」要求をBWMに送る。ユーザ端末は、その送信レートを最大割り当てレートに高め、ファイルをクリアする。アップロードは、その後円滑かつ素早く進むはずである。

初期バースト割り当て

ユーザ端末が帯域幅要求を開始するとき、これが有する唯一の端末データ・ローディング情報は、その入力バッファ内にあるIPパケットのサイズである。端末がDNS要求によってセッションを開始するとき、IPパケットはほぼロケーション名の長さである。ロケーション名は大抵の場合短い、場合によっては非常に長いこともある。最小帯域幅レートが非常に低い下位のサービス・ユーザでは、ロケーション名を送るには、1秒の大半を要する可能性もある。同様に、長い双方向処理TCP接続（クライアント/サーバ、TELENET接続）では、新たなデータ・ブロックを転送する必要があるときにアクティブなセッションを再度始めることにより、端末データ・ローディングを増大させる場合もある。これらの事例の双方では、ユーザ端末は、伝送しなければならないデータがどれくらいあるか（即ち、端末データ・ローディング）を知っており、これが次の数秒間にアップリンクされる唯一のデータであるという可能性がある。

【0033】VBPは、この状況を利用し、ユーザ端末に、その現在の総帯域幅必要量を初期帯域幅要求に含ませる。BWMは、短期間余分な帯域幅を割り当て（ユーザ端末の最大シェア）、ユーザ端末がそのバッファをクリアできるようにし、次いでBWMは割り当てを元の最小レートに削減する。（明らかに、ユーザ端末の入力バッファ内のデータが少量である場合、システムは、このようなレートの高い帯域幅での初期バーストを必要とせずに、最小レートでユーザに開始させる。）この手法によって、システムは、大量の帯域幅を固定することな

く、ユーザによりよい処理能力を得させることができる。ユーザ端末がTCP接続の開始時にある場合、この割り当てプロファイルは、IPアクティビティのプロファイルに一致する。ユーザ端末がバースト状のクライアント/サーバ接続の最中にある場合、このプロファイルは、要求に応じた帯域幅に類似する。

帯域幅要求/初期パケットの結合

TCP接続の開放では、帯域幅要求および初期TCP/IP SYNパケット（即ち、TCP/IP SYN要求を搬送するパケット）双方を保持するだけの十分なスペースが帯域幅要求スロット内にあると思われる。この場合、VBPは、ユーザ端末にこれを帯域幅要求に含ませる。このメッセージの結合により、ユーザのセッションは、1往復だけ短縮される。

負荷に基づく停止

前述の「ロード時最大割り当て」法に基づいて、最大帰還帯域幅、最小帰還帯域幅、および無帰還帯域幅から成る3種類の割り当て状態の1つにユーザ端末を置くことができる。未使用帯域幅を復元する最後の機会は、最大帯域幅から最小帯域幅を経て無帯域幅に遷移（移行）する際に用いられる手順である。通常、ユーザ端末は、そのバッファが所与の時間期間T1の間そのバッファがクリアであったときに、最大帯域幅を解放する。T1は、最大帯域幅停止（シャットダウン）遅れ時間である。T1の値は、帯域幅の無駄を少なく抑えるために、かなり小さめとする。ユーザ端末は、更に長い期間T2にわたってアイドルであった後、最小帯域幅を解放する（DNSおよびTCP対話における遅延に考慮するためには、必然的に最小無帯域幅遷移遅れT2を更に長い時間オフに保持しなければならない。）

T1およびT2の値は、現在のシステム・データ・ローディングによって変化する可能性がある。ユーザ端末は、現バックログ・データ量および現帯域幅割り当てに基づいて、いつそのバッファがクリアになるかを常に計算している。BWMは、遅れ時間T1およびT2をユーザ端末にも供給する。ユーザ端末は、そのバッファがクリアになる予定時刻、ならびに遅れ時間T1およびT2に基づいて、アップリンク帯域幅の解放を開始する時点を算出する。ユーザ端末は、そのバッファが空になり、その後次のT1秒の間送信するデータがそれ以上ないことを見越して、最大-最小帯域幅遷移要求を送る。それ以上のデータが端末の入力バッファに到達した場合、またはその割り当てレートが変化した場合、端末はその予定遷移時刻を再計算し、遷移撤回要求を送る。BWMは、常に最後に受信した遷移要求のみを有効と見なす。このプロセスの理由は、端末が最大帯域幅割り当てを無駄にする時間を制限するためである。端末が、そのバッファが空になるまで待ち、次いで遷移要求を送る前に更に余分な遅れ時間T1'を待つと、T1' + RTTより早く最大レート帯域幅割り当てを終えることができない

10

20

30

40

50

い。(RTTは、端末およびBWM間の往復時間である。)VBPAルゴリズムは、最大帯域幅が無駄になる期間を、 $T1' + RTT$ から任意の短い時間に短縮することができる。更に、この時間は、ネットワークの状態によって変化する可能性があり、ネットワークの負荷が少ないときはこの時間が長くなり、ネットワークの負荷が多いときには短くなる。また、BWMは帯域幅解放パラメータを適用して、個々の端末に対する帯域幅をいつ解放するかについても判定することができる。帯域幅解放パラメータの例を以下にあげる。

【0034】最大割り当てからの遷移後、ユーザ端末はなおも最小帯域幅割り当てを受け取り、遅く着信したデータを送るか、あるいはバッファが再度満杯になった場合最大レート割り当て要求を出す。高負荷状態の下では、システムは、遅れ時間 $T2$ を非常に小さな値または0にセットすることによって、帯域幅オン・デマンド・システムとほぼ同様に動作することができる。低負荷状態の下では、システムは、その $T2$ に対しては余裕があり、ユーザ端末をしばらくの間クルーズ動作(cruise)させることができる。この手法によって、ユーザ端末は、バースト状クライアント・サーバ接続の間、より長い時間にわたって低レベル通信を維持することが可能となる。

【0035】図1を参照すると、本発明の好適な形態は、通常静止軌道上にある処理衛星即ち応答衛星100を含む。衛星100は、周波数分割多重化(FDM)、時分割多重化(TDM)フォーマットしたストリームで、多数のユーザ端末200からデータを受信する。ユーザ端末の一例201は、ユーザ端末200の1つである。ユーザ・データは、衛星100を介して、帰還リンク210を経由してIPゲートウェイ400に送信される。帰還リンク210は、アップリンク202およびダウンリンク203を含む。端末201におけるアップリンク・ユニット204は、アップリンク202の一部をなすビームB1上でデータを衛星100に送信する。図2は、帰還リンク210のアップリンクを詳細に示す。ユーザ端末(UT)201は、帯域幅要求部220、およびパーソナル・コンピュータ(PC)のようなユーザADPE300に対するIP準拠インターフェースを内蔵している。

【0036】帰還リンク210は、衛星100によってIPゲートウェイ400に転送される。ゲートウェイは、そのローカル帯域幅管理部(マネージャ)420に対する帯域幅要求を抽出し、ユーザのIPストリームを、接続されているIPサービス500に送る。IPデータは、衛星100を通じて順方向リンク410を経由してユーザ端末200に送信される。順方向リンク410は、アップリンク402およびダウンリンク403を含む。IPゲートウェイ400におけるアップリンク・ユニット404は、アップリンク402の一部をなすビ

ームB2上でIPデータを衛星100に送信する。単一のデータ・ソースであるので、IPゲートウェイの順方向リンク410は、単一のブロードキャスト・ストリームとすることができ、IPデータを搬送するのに適していれば、いずれの方法でフォーマットしてもよい(即ち、DUB-S規格を用いるMPEG、ATM、または特殊目的の packets・フォーマット)。IPゲートウェイ400において帯域幅管理部420によって与えられる帯域幅割り当ては、順方向リンク410においてIPデータと多重化される。

【0037】図2は、可変帯域幅プロトコル(VBP)を用いたアップリンク管理部(マネージャ)の好適な形態を示す。帰還リンク210のアップリンク202は、周波数分割多重化(FDM)および時分割多重化(TDM)フォーマットとFDM/TDMデータ・セルとのいずれの組み合わせでも可能であり、セル211(図2)のように、個々にユーザ端末200に割り当てることができる。周波数分割は、割り当てられるスペクトル、およびユーザ端末200の能力の範囲内で可能なだけ少なくまたは多くすることができる。時分割は、周波数の端数の割り当てから、セル211のようなセル全ての割り当てまでを、ある時間期間においてFDM分割で可能にするといふ。基本的な手法では、フレーム毎に4つのTDMスロット以上の反復マスタ・フレームを作成し、周波数、フレーム位置ならびに開始および終了フレームIDによって、アップリンクを割り当てる。現在アップリンク帯域幅割り当てを有していないユーザ端末は、共有セルおよびスロット・アロハ・アクセス技法(slotted aloha access technique)212(図3)を用いて、帯域幅を要求する。最小アップリンク帯域幅割り当て212で動作中のユーザ端末には、マスタ・フレーム当たり1つのセルが割り当てられる。最大帯域幅214(図4)で動作しているユーザ端末には、フレーム当たり多数のセルが割り当てられる。

【0038】更に図2を参照すると、個々のFDM/TDMデータ・セルは、各々別個に割り当てることができる。衛星端末によるIPデータ転送の一部または帯域幅割り当て要求211のいずれかを含む。セルは、スロット・アロハ・アクセス技法212を用いる多数のユーザ端末に対して、初期帯域幅要求に配分することができる。帯域幅管理部(BWM)は、最小帯域幅割り当て213に対してフレーム当たり1つのセルを、ユーザ端末に割り当てることができる。BWMは、公正シェア(分配)帯域割り当て214に対してフレーム当たり多数のセルを、ユーザ端末に割り当てることができる。

【0039】図3を参照すると、配信情報を備えた初期配信データを帯域幅要求にピギーバック(piggyback)することができる場合、データ転送プロセスの最も迅速な起動が達成される。ステップ1において、ユーザ・デバイス300(図1)は、パーソナル・コンピュータ

10

20

30

40

50

(PC)を使用することが可能であり、プロセスを開始して、ネットIPパケットのような配信データをユーザ端末(UT)201(図1)に送り、転送を行う。この場合、TCP SYNパケットを選択し、公知のIPアドレスを用いて、接続を要求する。このアドレスは、既に解明したDNSまたはファイル転送サーバとすることができる。

【0040】ステップ2において、端末(UT)201は、その入力バッファ(図示せず)に到達したこのIPパケットに基づいて、帯域幅を要求する(BW Rqst)。端末(UT)201は、転送するパケットのサイズを知っているだけである。この場合、パケットは帯域幅(BW)要求内に収まり、したがってこれは含まれている。要求は、アロハ・チャンネル212(図3)において送られる(即ち、時分割多元接続(TDMA)を用いた送信システム)。

【0041】ステップ3において、ゲートウェイ(GW)400は、BW要求をビギンバック(重畳)要求として認識する。ゲートウェイ400はIPパケットを抽出し、それを送りつつ、端末201に最小帯域幅を付与する。

【0042】ステップ4において、帯域幅付与に先だって、TCP SYNに応答するが、端末(UT)201は既にアロハが成功したことがわかっている。ステップ5において、帰還帯域幅を用いてTCP接続を完了し、実データ(即ち、ファイルのような、転送する情報)を流す準備ができる。

【0043】図4を参照すると、初期IPパケットが要求内に収まらない場合、端末(UT)201はその現データ必要量を識別する。ステップ10において、ユーザ・デバイス200は、プロセスを開始し、DNSのような配信データを端末(UT)201に送り、転送を行う。

【0044】ステップ11において、端末(UT)201は、到達したこのIPパケットに基づいて、帯域幅を要求する。端末201は、DNS要求を保持し、DNSの現バックログ・サイズによって最小帯域幅を指定する要求を送る。要求はアロハ・チャンネル212(図3)にて送られる。

【0045】ステップ12において、ゲートウェイ400は、BW要求を認識する。ゲートウェイ400は、端末の公正シェア・レート214で非常に短いバーストの帯域幅を供給し、次いで最小帯域幅割り当て213を供給する。端末の公正シェア帯域幅は、BWMによって次の式にしたがって決定される。

【0046】

【数1】
$$\text{UserFairShare}_{\text{individual}} = \frac{\text{UserSubscribedBandwidth}_{\text{individual}} * \text{AvailableBandwidth}}{\text{Sum}(\text{UserSubscribedBandwidth}_{\text{requesting}})}$$

ここで、 $\text{UserFairShare}_{\text{individual}}$ は、個々の端末(た

例えば、201)に割り当てられる帯域幅から成り、 $\text{UserSubscribedBandwidth}_{\text{individual}}$ は、契約条件によって個々の端末に許容される帯域幅から成り、 $\text{AvailableBandwidth}$ は、最小帯域幅およびシングナリング・チャンネルが割り当てられた後に利用可能なアップリンク帯域幅の量から成り、 $\text{UserSubscribedBandwidth}_{\text{requesting}}$ は、契約条件によって、公正シェア帯域幅を要求するユーザ端末の各々に許容される帯域幅から成る。

【0047】ステップ13において、端末(UT)201は、初期公正シェア・バースト214を用いて、DNSを送信する。ステップ14において、IPサービス500において1組の階層状ネーム・サーバによってDNSを解決し、IPパケットをPC300に返送する。

【0048】ステップ15において、最小帯域幅割り当て213を用いて、TCP接続プロセスを解明する。ステップ16において、接続を確立し、ファイルのような、転送するデータが流出できるようにする。(注意：PCのTCP承認(ACK)には、大抵の場合アプリケーション・レベルの要求が伴う。)

図5を参照すると、最小帯域幅で動作しつつ、端末(UT)201は、バックログを追跡し、いつ最大帯域幅に移行すべきかについて判定を行う。

【0049】ステップ21において、端末(UT)201は最小帯域幅で動作している。ステップ22において、PC300はデータ転送を開始する。TCP ACKを待ちつつ、PC300はパケットを送り続ける。

【0050】ステップ23において、端末(UT)201は、最小帰還帯域幅213を用いてパケットの転送を開始する。端末201は、現送信レートに基づいて、現データがいつ終了するかを常に計算している。

【0051】ステップ24において、終了時刻が、順方向制御ストリーム410内において送られた現システム of データ・ローディング・スレッシュホールドを超過し、端末(UT)201は、最大帯域幅要求を帰還リンクに挿入する。また、端末はバックログ情報も提供する。

【0052】ステップ25において、ゲートウェイ400は、最大帯域幅214を許可し、割り当てる(AI1)。ステップ26において、最初のIPパケットが消え、受信機は最初のACKを送る。

【0053】ステップ27において、公正シェア帯域幅214を用いて、バックアップしてあったIPパケットをアップリンク202上で転送する。ステップ28において、システムは転送を続ける。

【0054】アップリンクの帯域幅変更は、帯域幅管理部420(図1)によって行われる。帯域幅の調節は、データ転送に割り当てられたトラフィック・バースト数を変更することによって、またはデータ転送214に割り当てられたセル数を変更することによって、あるいは双方によって行うことができる。

【0055】図6を参照すると、端末(UT)201

は、公正シェア・レート214で転送データが無くなると予測される時刻を追跡し、停止要求を送ってシステムの時間遅れと一致させる。

【0056】ステップ31において、端末(UT)201は、公正シェア帯域幅214で動作している。ステップ32において、PC300はデータ転送を続ける。IPパケットは各々約1Kバイトである。

【0057】ステップ33において、端末(UT)201は、パケットがその入力バッファ内に少し留まった後、最大レート(即ち、帯域幅)でパケットを転送する。UTは、現レート(即ち、帯域幅)でいつ終了するか常に計算している。

【0058】ステップ34において、最後のデータ・パケットがPC300から入ってくる。ステップ35において、端末(UT)201の最終計算(finish computation)が、現システムによって与えられている遅れ時間を超過する。端末(UT)201は、最大帯域幅解放をデータ・ストリームに挿入し、引き続きデータを転送する。

【0059】ステップ36において、ゲートウェイ400は解放を得て、端末に最小レート213で帯域幅を割り当てる。ステップ37において、最後のパケットが宛先に到達し、宛先は、TCP FIN ACKを用いてTCP閉鎖に応答する。

【0060】ステップ38において、PC300は、最終ACKで回答し、TCPセッションが終了する。図6に示すように、最大帰還割り当て解除動作は、システムが与える停止遅れ時間に依存する。端末(UT)201および/またはゲートウェイは、RSVPサービスについて知っていなければならないが、停止専用帯域幅については知る必要はない。PC300からのIPパケットは離散イベントであるので、時間遅れを十分長くして、PC300が、停止要求を用いずに、新たなパケットを挿入できるようにしなければならない。16、32および64kbpsの帰還レートでは、1Kのパケットは、1/2秒、1/4秒および1/8秒で消える。

【0061】図7を参照すると、端末(UT)201は、無アクティビティ・タイムアウトを設定する。データ転送が終了したときに、タイムアウトが経過し、最小帯域幅割り当て213を解放する。

【0062】ステップ41において、端末(UT)201は最小帯域幅213で動作している。ステップ42において、PC300はその最後のパケット、即ち、TCP FINを送る。

【0063】ステップ43において、端末(UT)201は、最小レート213でパケットを転送する。端末(UT)201は、現レート(即ち、帯域幅)で終了するのはいつか計算する。

【0064】ステップ44において、最後のデータ・パケット(TCP FIN ACK)がPC300に到達

する。ステップ45において、PC300は、セッションの最後のパケット、TCP ACKを送る。

【0065】ステップ46において、端末(UT)201の最後の無アクティビティ・タイムアウトが開始し、追加データなく終了する。ゲートウェイは解放を取得し、帯域幅の割り当てを解除する(DEALL)。

【0066】衛星通信の当業者であれば、以上の論述に基づいて図8ないし図10を容易に理解しよう。図8は、ダウンロードと同様に動作するが、帰還(即ち、アップリンク)の使用度が高い、アップロードを示す。図9は、FTP/HTTPアップロードの短縮版を示す。図10は、FTP/HTTPダウンロードの短縮版を示す。

【0067】前述の本発明の好適な形態は、添付した特許請求の範囲に規定した、本発明の真の精神および範囲から逸脱することなく、変更および修正が可能であることを、当業者は理解するであろう。

【図面の簡単な説明】

【図1】図1は、本発明にしたがって作成した送信および受信装置の好適な形態の機能ブロック図である。

【図2】図2は、好適な実施形態にしたがって作成した、トランスポンダ即ち処理ペイロード衛星のために、あらゆる時分割多重方式に対応するアップリンク・チャネル化の周波数レイアウトの好適な形態を示す。

【図3】図3は、初期配信データに帯域幅要求をビジーバックすることができる、起動動作モードを示すフロー図である。

【図4】図4は、初期配信データに帯域幅要求をビジーバックすることができない、起動動作モードを示すフロー図である。

【図5】図5は、ユーザ端末がデータ・バックログを追跡し、最大帯域幅をデータ配信に用いるべき時点を判定する、動作モードを示すフロー図である。

【図6】図6は、ユーザ端末が、最大帯域幅で送信するデータがなくなることを予測する時点を追跡し、停止要求を送ってシステムの遅れ時間に一致させる動作モードを示すフロー図である。

【図7】図7は、ユーザ端末が無アクティビティ・タイムアウトを設定し、データ転送が完了したときに、タイムアウトが経過し帯域幅を解放する動作モードを示すフロー図である。

【図8】図8は、アップロードがダウンロードと同様に動作するが、帰還の使用度が高い動作モードを示すフロー図である。

【図9】図9は、FTP/HTTPアップロードの短縮バージョンを示すフロー図である。

【図10】図10は、FTP/HTTPダウンロードの短縮バージョンを示すフロー図である。

【符号の説明】

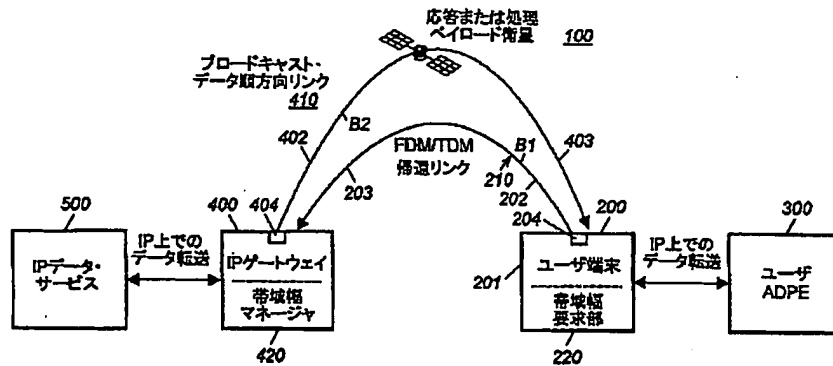
100 処理衛星

200, 201 ユーザ端末
202 アップリンク
203 ダウンリンク
204 アップリンク・ユニット
210 帰還リンク
220 帯域幅要求部
300 ユーザADPE

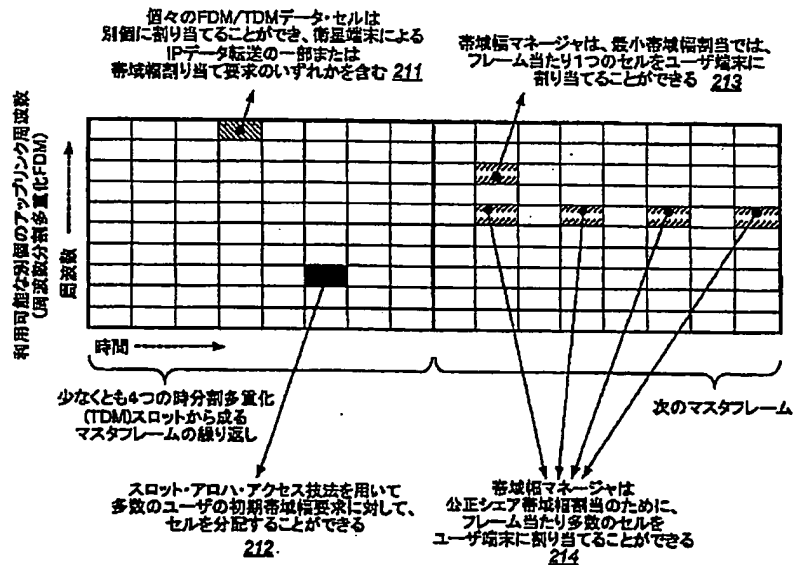
- * 4 0 0 I Pゲートウェイ
- 4 0 2 アップリンク
- 4 0 3 ダウンリンク
- 4 0 4 アップリンク・ユニット
- 4 1 0 順方向リンク
- 5 0 0 I Pサービス

*

【図 1】



【図 2】



The diagram illustrates a TCP connection establishment process across four network layers: PC 300, UT 201, GW 400, and NET 500. The sequence of events is as follows:

- Step 1:** PC 300 sends a **TCP SYN** packet to UT 201.
- Step 2:** UT 201 receives the SYN packet and sends a **BW Req** (Bandwidth Request) packet to GW 400.
- Step 3:** GW 400 receives the **BW Req** and sends a **BW Rest** (Bandwidth Release) packet back to UT 201.
- Step 4:** UT 201 receives the **BW Rest** packet and sends a **TCP ACK** packet back to PC 300.
- Step 5:** PC 300 receives the **TCP ACK** packet and sends a **TCP SYN ACK** packet to NET 500.

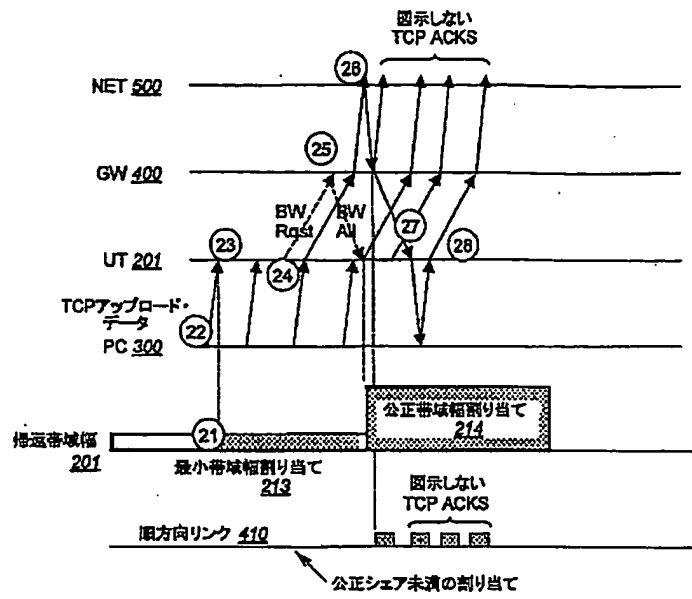
Below the sequence diagram, a timeline shows bandwidth allocation:

- アロハ 212:** A shaded rectangular block representing a bandwidth allocation on the PC 300 to UT 201 link.
- 最小帯域幅割り当て 213:** A long horizontal bar representing a minimum bandwidth allocation on the UT 201 to NET 500 link.
- ゲートウェイ 順方向帯域幅 410:** A shaded rectangular block representing a bandwidth allocation on the UT 201 to GW 400 link.
- 公正シェア未満の割り当て:** An arrow points to a shaded rectangular block on the GW 400 to NET 500 link, indicating an allocation where fair share is not fully met.

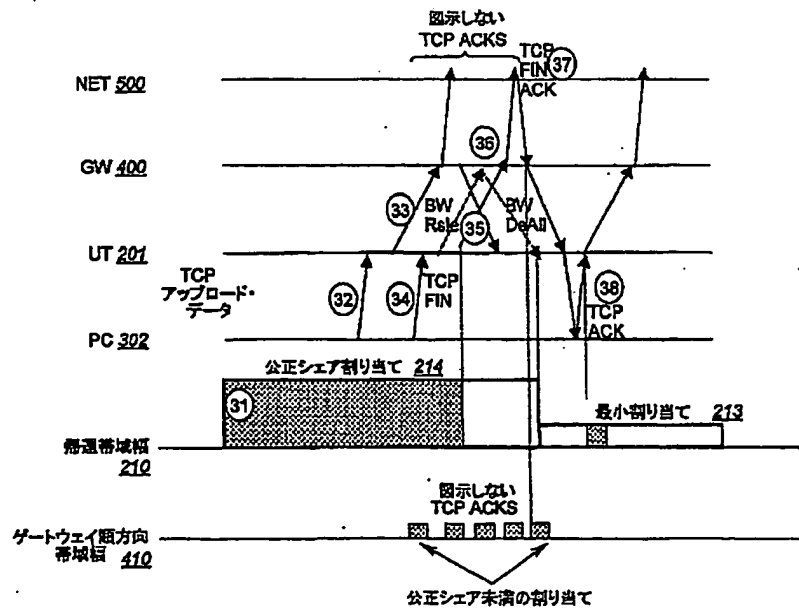
The diagram illustrates a sequence of network events and bandwidth allocation across four layers: NET 500, GW 400, UT 201, and PC 300. The bottom layer shows bandwidth allocation for different flows.

- Events:**
 - PC 300:** Initiates DNS (10), sends BW Rqst (11), receives BW All (12), sends DNS (13), receives TCP SYN (15), and sends TCP ACK (16).
 - UT 201:** Receives DNS (13), sends TCP SYN (15), and receives TCP ACK (16).
 - GW 400:** Receives DNS (13), sends DNS 解決 (14), receives TCP SYN (15), and sends TCP SYN ACK (18).
 - NET 500:** Receives DNS 解決 (14), TCP SYN ACK (18), and TCP ACK (16).
- Bandwidth Allocation (Bottom Layer):**
 - アロハ 212:** Initial allocation for PC 300's DNS request.
 - 公正シェア割り当て 214:** Allocation for PC 300's DNS response.
 - 最小帯域幅割り当て:** Minimum bandwidth allocation for subsequent flows.
 - 213:** Allocation for PC 300's TCP SYN.
 - 216:** Allocation for PC 300's TCP ACK.
 - 公正シェア未満の割り当て:** Allocation for flows where fair share is not yet reached.

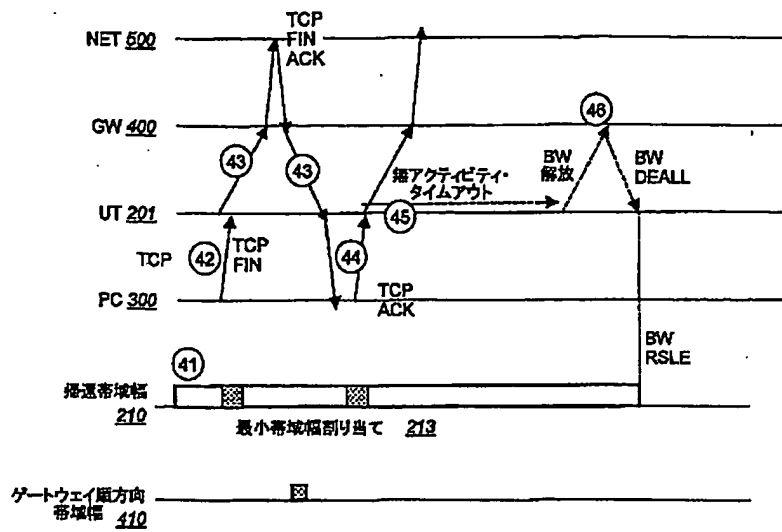
【図5】



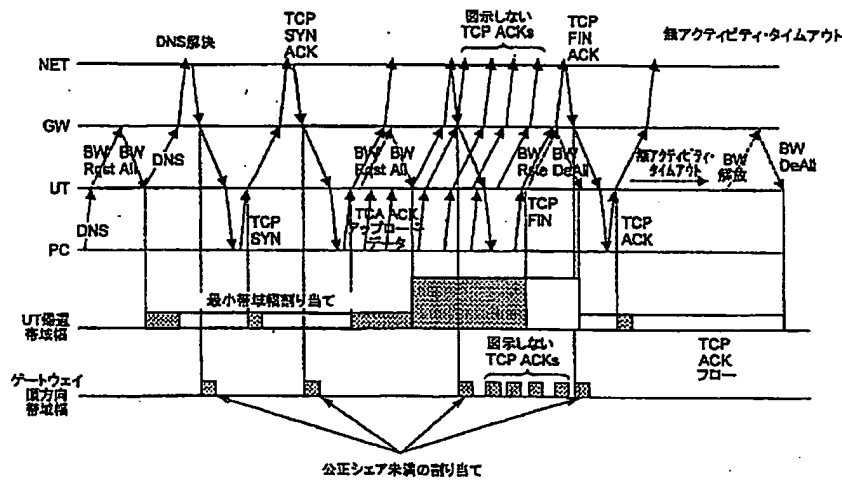
【図6】



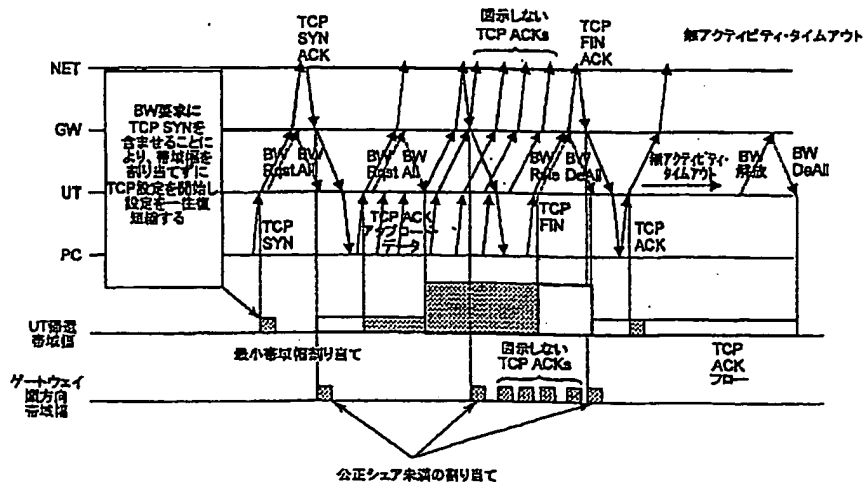
【図7】



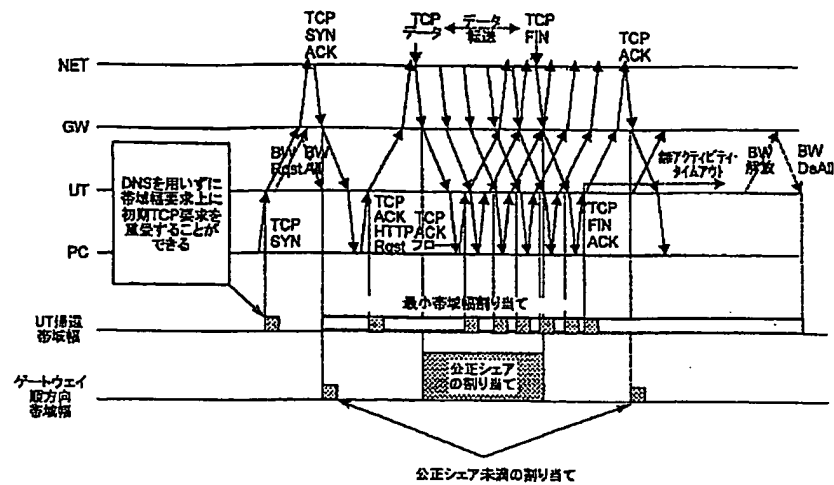
【図8】



【図9】



【図10】



フロントページの続き

(72)発明者 ウィリアム・エフ・コートニー
アメリカ合衆国カリフォルニア州90815,
ロング・ビーチ, モントエアー・アヴェニ
ュー 2801

F ターム(参考) 5K028 AA11 BB05 CC02 DD01 DD02
LL02 LL11 MM13
5K030 GA03 GA08 JL02 LC09
5K033 AA01 AA02 DA18
5K072 AA11 BB02 BB13 BB22 CC13
CC15 DD02 DD11 DD16 FF05
GG11 GG15